Journal of Agricultural Economics and Development

Homepage: https://jead.um.ac.ir

Research Article

Vol. 38, No. 3, Fall 2024, p. 243-260

The Estimation of Willingness to Pay and the Influential Factors for Air Quality Improvement in the City of Mashhad

S. Kalhori [1], **L. Abolhasani** [2*], **M. Sabouhi Sabouni** [3], **M. Sarkhosh** [4]

1, 2 and 3- Ph.D. Student, Associate Professor and Professor, Department of Agricultural Economics, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.

(*- Corresponding Author Email: l.abolhasani@um.ac.ir)

4- Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

Received: 25-01-2024 Revised: 21-05-2024 Accepted: 14-08-2024 Available Online: 14-08-2024	**How to cite this article:** Kalhori, S., Abolhasani, L., Sabouhi Sabouni, M., & Sarkhosh, M. (2024). The estimation of Willingness to pay and the influential factors for air quality improvement in the city of Mashhad. *Journal of Agricultural Economics & Development*, *38*(3), 243-260. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jead.2024.86525.1247

Introduction

Given the rapid process of industrialization, expansion of agriculture, increased reliance on fossil fuels, and the intensification of climatic conditions, air quality has rapidly deteriorated in recent years. One of the most important issues and challenges facing the world today is air pollution, particularly $PM_{2.5}$ pollution. This problem has evolved into one of the most complex and serious dilemmas affecting the lives of people worldwide. Exposure to high levels of air pollution has negative health implications. The present study aims to measure the willingness to pay of Mashhad city residents for the improvement of $PM_{2.5}$ pollution and identify the factors influencing this willingness to pay.

Materials and Methods

This study used contingent valuation and the multiple-bound discrete choice model to calculate individuals' willingness to pay. The research focused on the certainty level of "definitely yes" and generated 13 different proposals ranging from 10,000 Toman to 200,000 Toman. The ordered logit regression model was employed to analyze the factors influencing the willingness of Mashhad citizens to pay for air quality improvement. The study collected 343 questionnaires from Mashhad city residents, considering variables such as education level, age, gender, marital status, family size, presence of children, chronic respiratory diseases and individuals' income. The dependent variable was the public's willingness to pay for improving air quality regarding PM2.5.

Results and Discussion

The study found that a significant portion of respondents were willing to pay for air quality improvement. About 22.45% were willing to pay less than 10,000 Toman, 60.06% were willing to pay between 45,000 and 58,000 Toman, 5.83% were willing to pay between 95,000 and 120,000 Toman, and 11.66% were willing to pay between 155,000 and 200,000 Toman. The average willingness to pay for PM2.5 pollutant improvement in Mashhad was estimated to be 55,488 Toman. Education, age, respiratory diseases, income, and family size were found to affect willingness to pay.

https://doi.org/10.22067/jead.2024.86525.1247

Conclusion

Improving air quality and reducing pollution requires costly efforts and collaboration from society. This research examines individuals' willingness to financially contribute to air quality enhancement. Factors influencing their willingness to pay are also studied. Based on the findings, it is recommended that the government and municipal authorities impose taxes and levies on polluting sectors, considering the calculated value of air pollution and its sources. Educational programs tailored to diverse educational backgrounds, along with technology and social media, can raise environmental awareness among youth. Developing cost-effective public transportation systems and providing discounts for low-income individuals can also help reduce pollution. Financial programs and incentives for cleaner resources are another solution for improving air quality.

Keywords: Mashhad, Multiple-bound discrete choice method (MBDC), PM2.5, Willingness to pay

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
https://jead.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

جلد ۳۸، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳، ص. ۲۴۳-۲۶۰

برآورد تمایل به پرداخت و عوامل مؤثر بر آن به‌منظور بهبود کیفیت هوا در شهر مشهد

صابر کلهری[۱]- لیلی ابوالحسنی[۲]*- محمود صبوحی صابونی[۳]- مریم سرخوش[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۴

چکیده

از مهم‌ترین مسائل و چالش‌های پیشرو در جهان امروز، آلودگی هوا و به‌خصوص آلاینده $PM_{2.5}$ می‌باشد، به‌نحوی‌که این مساله به یکی از معضلات پیچیده و جدی در زندگی انسان‌های سراسر جهان تبدیل‌شده است. قرار گرفتن در معرض سطوح بالای آلودگی هوا موجب پیامدهای منفی سلامتی است. مطالعه حاضر در نظر دارد تا تمایل به پرداخت ساکنین شهر مشهد برای بهبود آلاینده $PM_{2.5}$ و عوامل مؤثر بر این تمایل به پرداخت را اندازه‌گیری کند. برای رسیدن به این هدف از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دو مرحله‌ای از ۳۴۳ نفر و با بکار بردن مدل انتخاب گسسته چندبعدی (MBDC) و الگوی اقتصادسنجی لاجیت ترتیبی استفاده شد. بر اساس نتایج، تمایل به پرداخت مردم مشهد برای بهبود کیفیت آلاینده $PM_{2.5}$ به میزان ۵۵۴۸۸ ده ریال برآورد شد. همچنین نتایج نشان داد که متغیرهایی همچون تحصیلات، سن افراد، داشتن بیماری تنفسی و درآمد بر تمایل به پرداخت افراد اثری مثبت و معنی‌دار و متغیر بعد خانوار اثر منفی و معنی‌داری بر تمایل به پرداخت داشته است. نتایج این پژوهش می‌تواند شهرداری مشهد را نسبت به میزان درآمد احتمالی از عوارض محیطزیستی ناشی از آلودگی هوا که شهروندان مایل به پرداخت آن برای بهبود کیفیت هوا هستند، آگاه سازد و پیشنهاد می‌شود شهرداری این عوارض محیطزیستی را به‌صورت ماهانه جمع‌آوری و به‌صورت اختصاصی برای پروژه‌های کاهش آلودگی هوا استفاده کند.

واژه‌های کلیدی: تمایل به پرداخت، روش انتخاب گسسته چندبعدی (MBDC)، PM2.5، مشهد

مقدمه

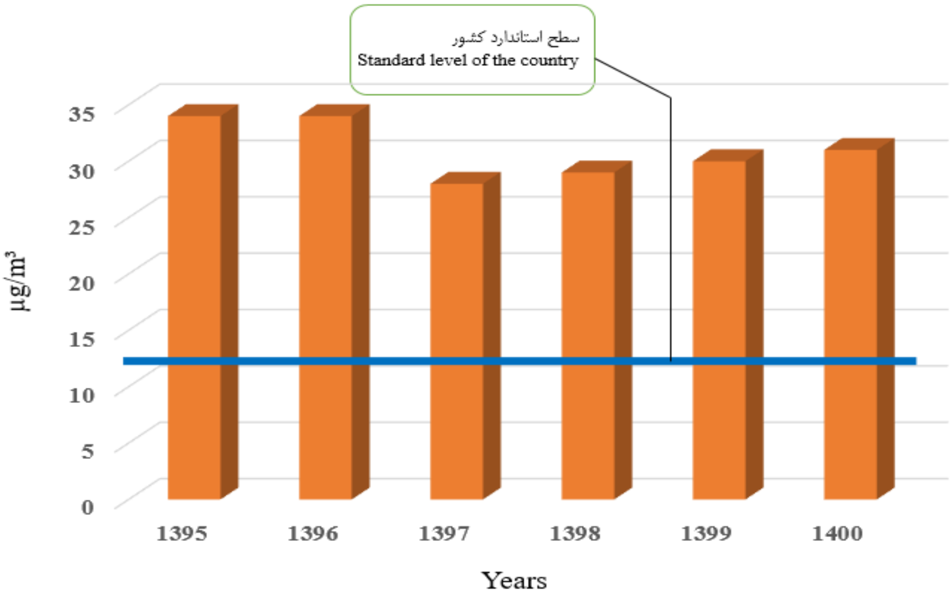
با توجه به فرایند سریع صنعتی شدن، گسترش کشاورزی، افزایش استفاده از سوخت‌های فسیلی و تشدید شرایط آب و هوایی، کیفیت هوا در سال‌های اخیر به‌سرعت رو به وخامت گذاشته است (Health Effects Institute, 2020; Tan-Soo *et al*., 2022; WHO, 2018). آلاینده‌های هوا به شکل گازی و به‌صورت ذرات معلق در هوا وجود دارند. اندازه این ذرات از قطر یک مولکول (۰/۰۰۰۲ میکرون) بزرگ‌تر و از ۵۰۰ میکرون کوچک‌تر می‌باشد. در حقیقت، شاخص‌ترین آلاینده ذرات معلق هوا PM می‌باشد (Hassanvand *et al*., 2014). سازمان بهداشت جهانی ۱۰ میکروگرم بر متر مکعب را به‌عنوان سطح "ایمن" قرار گرفتن در معرض PM2.5 تعیین کرده و این در حالی است که تخمین زده می‌شود بیش از ۹۰ درصد از جمعیت جهان در مکان‌هایی زندگی می‌کنند که کیفیت هوا از میزان تعیین‌شده بدتر است (Health Effects Institute, 2020). با توجه به روند بدتر شدن کیفیت هوا، تحقیقات در مورد تأثیرات انسانی قرار گرفتن در معرض آلودگی هوا به‌شدت گسترش‌یافته است. مطالعات مختلف نشان داده است که قرار گرفتن در معرض سطوح بالای آلودگی هوا موجب پیامدهای منفی سلامتی ازجمله مرگ‌ومیر بیشتر، کاهش مشارکت در کار، کاهش تحصیلات و کوتاه‌تر شدن قد می‌شود (Arceo *et al*., 2016; Bharadwaj *et al*., 2017; Hanna *et al*., 2011; Tan-Soo & Pattanayak, 2019). هرساله تقریباً ۷ میلیون مرگ به‌دلیل آلودگی هوا رخ می‌دهد (WHO, 2018).

بر اساس پایگاه داده کیفیت هوا که توسط سازمان بهداشت جهانی گردآوری‌شده است، همه ۵۰ شهر آلوده جهان (از نظر سطوح سالانه غلظت PM2.5) مربوط به کشورهای با درآمد کم و متوسط می‌باشد که بیشتر آن‌ها در آسیا قرار دارند (WHO, 2018). همچنین

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: l.abolhasani@um.ac.ir)
۴- استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

https://doi.org/10.22067/jead.2024.86525.1247

بر اساس آمارهای منتشرشده از مؤسسه ارزیابی اثرات سلامت تحت عنوان گزارش کیفیت هوای جهانی (Health Effects Institute, 2020)، کشور ایران با میانگین غلظت سالانه آلودگی ۲۷/۲ میکروگرم بر متر مکعب در رتبه ۲۳ آلوده‌ترین کشورها قرار دارد. همچنین از بین بیش از ۴۷۰۰ شهر مورد مطالعه، شهر مشهد با میانگین غلظت سالانه آلودگی ۶ /۲۵ میکروگرم بر متر مکعب در رتبه ۵۳۶ قرار داشته و غلظت سالانه‌ی آلودگی بالاتر از استاندارد تعیین‌شده توسط سازمان بهداشت جهانی می‌باشد. شکل ۱ متوسط غلظت سالانه آلاینده ذرات معلق کمتر از دو و نیم میکرون طی سال‌های ۹۵ الی ۱۴۰۰ را نشان می‌دهد. با توجه به استاندارد سالانه ایران (۱۲ میکروگرم بر متر مکعب) در تمامی سال‌ها غلظت ذرات معلق کوچک‌تر از دو و نیم میکرون بالاتر از سطح مجاز استاندارد بوده است (Mashhad Environmental Pollutants Monitoring Center, 2021).



شکل-۱ متوسط غلظت سالانه آلاینده $PM_{2.5}$ طی سال‌های ۹۵ الی ۱۴۰۰

Figure 1- Average annual concentration of PM2.5 pollutant during the years 2016-2021

(Mashhad Environmental Pollutants Monitoring Center, 2021)

آلودگی هوای شهرها به‌دلیل فقدان ارزش بازاری و قوانین و مقررات ویژه و یا حتی یک استراتژی ملی برای آن باکیفیت زندگی شهروندان چانه‌زنی می‌کند (Sharzehi & Jalili Kamjoo, 2013). برای بهبود آلودگی هوا لازم است در کنار استفاده از سازوکارهای قانونی و عملیاتی، از ابزارهای اقتصادی از جمله ارزش‌گذاری اقتصادی بهره گرفت. هوای پاک به‌عنوان کالای عمومی خالص در نظر گرفته می‌شود که هیچ‌کس را نمی‌توان از مصرف آن محروم کرد. یک کالای عمومی خالص غیرقابل رقابت است و بازار در تعیین قیمت برای این کالاها شکست‌خورده است و به‌اصطلاح به شکست بازار منجر می‌شود. در مواردی که بازار برای تعیین قیمت با شکست مواجه است، برای ارزش‌گذاری اقتصادی از روش‌های جایگزین استفاده می‌شود (Montazer-Hojat *et al*., 2018). افراد برای بهبود کیفیت و حفظ منابع طبیعی و افزایش مطلوبیت و رفاه خود، حاضرند مبلغی را بپردازند. در این حالت تمایل به پرداخت فرد، نشانگر ارزش‌گذاری او برای کالا است (Hanley *et al*., 1997).

بهبود کیفیت هوا و کاهش آلودگی به‌طور معمول نیازمند هزینه‌های بالا، تلاش‌های فراگیر و همکاری تمامی افراد جامعه است و اینکه آیا افراد جامعه آمادگی و تمایل به پرداخت برای بهبود کیفیت هوا را دارند و چه عواملی بر این تمایل به پرداخت اثرگذار است؟ سوال بسیار مهمی است که در مطالعات مختلف مورد بررسی قرارگرفته است. در این راستا در برخی از مهمترین مطالعاتی که اخیراً در این زمینه صورت گرفته، عواملی همچون سن افراد (Adeli *et al*., 2021; Eskandari *et al*., 2019; Hu & Liao, 2023; Sajadyan *et al*., 2020; Zhou *et al*., 2023) میزان درآمد (Abedian *et al*., 2021; Adeli *et al*., 2021; Eskandari *et al*., 2019; Jiang *et al*., 2023; Sajadyan *et al*., 2020; Zhou *et al*., 2023) سابقه بیماری و سلامت افراد جامعه (Abedian *et al*., 2021; Adeli *et al*., 2021; Liu *et al*., 2023; Malik *et al*., 2022) میزان تحصیلات (Abedian *et al*., 2021; Hu & Liao, 2023; Jiang *et al*., 2023; Mao *et al*., 2020; Sajadyan *et al*., 2020) جنسیت افراد (Hu & Liao, 2023;

و بعـد خـانوار (Jiang *et al*., 2023; Liu *et al*., 2023 Hu & (Liao, 2023; Sajadyan *et al*., 2020; Tan-Soo *et al*., 2022 اثر معنی‌داری بر تمایل به پرداخت افراد داشته‌اند.

در اکثر مطالعات انجام شده در این زمینه از روش انتخاب دوگانـه برای بررسی میزان تمایل بـه پرداخـت افـراد و عوامـل مـؤثر بـر آن اسـتفاده می‌شـود (Abedian *et al*., 2021; Adeli *et al*., 2021; Sajadyan *et al*., 2020; Tan-Soo *et al*., 2022). هرچند در این بین برخی مطالعات نظیر وانگ و یی (Wang & Ye, 2020) و وانگ و همکاران (Wang *et al*., 2018) با استفاده از مدل انتخاب گسسته چندبعدی به شکل متفاوتی تمایل به پرداخت برای بهبود آلودگی هـوا را محاسبه کردند و بررسی این مطالعات مختلف در حـوزه تمایـل بـه پرداخت برای بهبود کیفیت هوا، نشان می‌دهد که علی‌رغم گستردگی مطالعات در این زمینه، استفاده از روش انتخاب گسسته چندبعـدی در تحقیقات بسیار محدودی انجام‌شده است. همچنین، این روش تاکنون در هیچ مطالعه داخلی، بـرای ارزش‌گـذاری کیفیـت هـوا یـا در سـایر مطالعات مرتبط بـا ارزش‌گـذاری مورداسـتفاده قـرار نگرفتـه اسـت و مطالعه حاضر از این‌جهت دارای نوآوری است؛ بنابراین مطالعه حاضـر در نظر دارد تا تمایل به پرداخت سـاکنین شـهر مشـهد بـرای بهبـود آلاینده $PM_{2.5}$ و عوامل مؤثر بر این تمایل به پرداخت را با اسـتفاده از مدل انتخاب گسسته چندبعدی اندازه‌گیری کند.

روش تحقیق

در این بخش، در ابتدا به توضیح یکی از روش‌های ارزش‌گـذاری کالاهای محیط‌زیستی، به نام ارزش‌گذاری مشـروط و مـدل انتخـاب گسسته چندبعدی، پرداخته شده است. سپس، از الگوی اقتصادسـنجی استفاده می‌شود تا عواملی که بر تمایل شهروندان مشهدی به پرداخت برای بهبود کیفیت هوا تأثیر دارند، شرح داده شود.

روش ارزش‌گذاری مشروط

روش ارزش‌گذاری مشروط که بر اساس ترجیحات بیان‌شده افـراد می‌باشد، به‌طورمعمول بر برآورد ارزش اقتصادی کالاها و خدماتی کـه قابل‌مبادله در بازارهای واقعی نیستند، تمرکز دارد. بررسی ارزش‌گذاری مشـروط بـا توضـیح و تبیـین در مـورد تغییـر در کالاهـا یـا خـدمات محیط‌زیستی، آغاز می‌شود. سپس افـراد را بـرای معلـوم کـردن ایـن موضوع که آن‌ها چه مقدار حاضر به پرداخت برای تغییر خواهنـد بـود، مورد پرسش قرار می‌دهد (Lee *et al*., 2010) این روش بر دوپایه‌ی اصلی شامل ساخت بازار فرضی برای ارزش‌گذاری کـالا و یـا خـدمت موردنظر و طراحی پرسشنامه برای استخراج میزان تمایل به پرداخـت مصـرف‌کنندگان اسـتوار اسـت (Eftec (Economics for the Environment Consultancy), 2006).

یکی از مؤلفه‌های مهم در ارزش‌گذاری مشروط، تکنیک استخراج تمایل به پرداخت مصرف‌کنندگان می‌باشـد (Mitchell & Carson, 2013; Portney, 1994) که اساس روش‌های مختلف توسعه‌یافته در ارزش‌گذاری مشروط می‌باشد. در حال حاضر در ادبیات موضوع، چهـار نوع رهیافت اصلی بازی پیشنهاد، کارت پرداخت، انتهـا بـاز و انتخـاب دوگانه وجود دارد (Rowe *et al*., 1996) و در مطالعات اخیـر (Baik *et al*., 2018; Cooper *et al*., 2019; Suk, 2018; Wang & Ye, 2020; Zhao *et al*., 2018; Zvobgo, 2021) رهیافـت دیگری با عنوان مدل انتخاب گسسته چندبعدی[1] (MBDC) بـه کـار گرفته‌شده است.

نکته‌ی مهم این است کـه هـر کـدام از رهیافتهـا برآوردهـای مختلفی از تمایل به پرداخت را حاصل می‌کنند و بررسی این موضـوع که مقادیر تمایل به پرداخت به‌دست‌آمده از رهیافت‌هـای مختلـف بـه چه میزان تحت تأثیر تکنیک‌های مورداستفاده می‌باشـند، بـا آزمـایش "روایی همگرا[2]" قابل بررسی می‌باشـد (Venkatachalam, 2004). در یک آزمایش جـامع، ولـش و پـو (Welsh & Poe, 1998) نتـایج به‌دست آمده از مدل انتخاب گسسته چندبعـدی (MBDC) را کـه بـه پاسخ‌دهندگان اجازه می‌دهد در طیف گسترده‌ای از آسـتانه‌ها انتخـاب کنند با مقادیر تمایل به پرداخت استخراج‌شده از طریق کارت پرداخت، انتخاب دوگانه و انتها باز مقایسه کردند. نتایج ایـن مطالعـه نشـان داد که رهیافت انتخاب گسسته چندبعدی، عمدتاً محدوده مقادیر تمایل به پرداخت مرتبط با سه رهیافت نام‌برده را پوشش می‌دهد و ازاین‌جهـت مدل کاراتری می‌باشد.

مدل انتخاب گسسته چندبعدی

قالب MBDC از قالب "پتانسیل بازگشـت[3]" کـه توسـط جامعـه شناسان برای بررسی قدرت هنجارهای اجتماعی و سـطح رضـایت در شرایط مختلف استفاده می‌شود؛ اقتباس‌شده است (Jackson, 1960; Shelby, 1981). قالب سوال بازگشتی بالقوه یک مـاتریس دوبعـدی است، که در آن یک بعد سطوح مختلـف کـالا را مشـخص می‌کنـد و دیگری شدت ترجیحات (و یا میزان اطمینان) را نشان می‌دهد. ولـش و بیشاپ (Welsh & Bishop, 1993) نشـان دادنـد کـه ایـن قالـب بالقوه بازگشت می‌تواند برای برآورد ارزش‌گـذاری مشـروط WTP بـا توصیف یک نظرسنجی در مورد پرداخت یا عدم پرداخت برای کالای غیر بازاری، تنظیم شود. در اولین بعد این ماتریس پیشنهادهای پولی (

1- multiple-bounded discrete choice

۲- این آزمون سطح سازگاری در نتایج بدست آمده از روشهای مختلف برای برآورد یک معیار مشخص را اندازه گیری می کند. استفاده از این آزمون برای روش ارزش گذاری مشروط نشان داد که نتایج این روش با سـایر روش هـا سـازگاری مناسـبی دارد.

3- return potential

که معمولاً به‌صورت افزایشی است) که به‌صورت عمودی تنظیم‌شده قرار دارد. بعد دوم (سطرهای ماتریس) به افراد این امکان را می‌دهد تا میزان اطمینان خود را برای نظر دادن برای هر پیشنهاد پولی بیان کنند.

اساس رهیافت انتخاب گسسته بر پایه‌ی رویکردهای کارت پرداخت و انتخاب دوگانه می‌باشد. این روش از تعمیم مدل‌های دوبعدی (Hanemann *et al.*, 1991; Welsh & Bishop, 1993) و تلفیق آن با روش کارت پرداخت تعریف‌شده است. در این رویکرد، علاوه بر بازه‌های مربوط به مقادیر پولی در کارت پرداخت و انتخاب دوگانه ، بازه‌هایی برای برآورد سطح اطمینان رأی مربوط به هر آستانه پولی نیز ارائه می‌گردد. به‌این‌ترتیب، اطلاعات جمع‌آوری‌شده با در نظر گرفتن آستانه‌های پولی اضافی و احتمالات برای پاسخگویی مثبت، فراتر از سؤالات سنتی انتخاب دوگانه و یا کارت پرداخت است.

برای برآورد تمایل به پرداخت هر فرد از داده‌های جمع‌آوری‌شده، از مدل حداکثر راست نمایی بازه‌ای استفاده می‌شود (Cameron & Huppert, 1989) که در آن احتمال مقادیر معین برای پارامترهای جامعه مورد ارزیابی و بررسی قرار می‌گیرد. تابع درستنمایی متناظر برای برآورد تمایل به پرداخت هر فرد در رابطه (۱) آمده است:

$$ln(L) = \sum_{i=1}^{n} ln\left[F(X_{iU};\beta) - F(X_{iL};\beta)\right] \quad (۱)$$

که L تمایل به پرداخت فرد i ، X_{iU} و X_{iL} به‌ترتیب حداکثر و حداقل آستانه پولی که فرد iام حاضر به پرداخت آن است. $F(X_i;\beta)$ نشان‌دهنده‌ی یک تابع توزیع تجمعی برای WTP_i است و تابع استاندارد لجستیک متناظر آن برابراست با:

$$F(X_i;\beta) = \frac{1}{1+e^{-(\alpha+\beta x)}} \quad (۲)$$

بنابراین اگر برای فردی مشخص، تابع احتمال پذیرش مبلغ معین (X) برابر $F(X_i;\beta)$ باشد، پس احتمال اینکه آن فرد همان مبلغ را نپذیرد برابر $1-F(X_i;\beta)$ است. بنابراین احتمال قرار گرفتن WTP_i برای افرادی که تمایل به پرداخت دارند بین هر دو آستانه پولی $[X_{iL}, X_{iU}]$ مختلف و برابر $F(X_{iU};\beta) - F(X_{iL};\beta)$ می‌باشد.

که X_i مبالغ پیشنهادی و β برداری از پارامترها می‌باشد که تحت تأثیر ویژگی‌های اجتماعی–اقتصادی و سلیقه‌ی فردی قرار دارد.

مدل بالا می‌تواند تمایل به پرداخت را برای هر یک از سطوح قطعیت محاسبه کند؛ بنابراین برای هر یک از سطوح قطعیت تمایل به پرداخت محاسبه می‌شود. ولش و پو (Welsh & Poe, 1998) دریافتند نتایج ارزش‌گذاری مشروط در مدل‌های با قطعیت بالاتر اعتبار داشته و پیشنهاد دادند که ارزش‌های به‌دست آمده از مدل "قطعا بله" برای تصمیم‌گیری مناسب‌تر است (Venkatachalam, 2004) و همچنین یافته‌های ناشی از معیار روایی مطالعات نشان دادند که نسبت تناسب پاسخ‌دهندگان مدل انتخاب گسسته چندبعدی " قطعاً بله "و" احتمالاً بله "پیش‌بینی خوبی برای میزان مشارکت واقعی در ارزش‌گذاری برای یک کالای عمومی است (Vossler *et al.*, 2004). بنابراین در این پژوهش نیز میزان تمایل به پرداخت برای مدل " قطعا بله" برآورد خواهد شد.

طراحی مدل انتخاب گسسته چندبعدی

همان‌طور که در بالا اشاره شد، مدل انتخاب گسسته چندبعدی به مشارکت‌کنندگان یک ماتریس پاسخ یا پانل را ارائه می‌دهد. در این ماتریس، پیشنهادها (که به‌طور صعودی مرتب‌شده‌اند) در جهت عمودی و سطوح اطمینان نظرسنجی در جهت افقی قرار دارند (جدول ۱). برای طراحی بهینه تعداد پیشنهادها رووی و همکاران (Rowe *et al.*, 1996) استفاده از یک تابع پاسخ با فرم نمایی (رابطه ۲) را برای تولید مجموعه‌ای از n پیشنهاد استفاده کردند (Cooper *et al.*, 2011, 2019; Vossler *et al.*, 2004).

$$B_n = B_1 \times (1+k)^{n-1} \quad (۳)$$

در این رابطه، k مقداری ثابت و مثبت، B_n و B_1 به‌ترتیب بالا و پایین‌ترین سطح پیشنهادهای پولی[۱] و n تعداد پیشنهادها می‌باشد. در مطالعه حاضر با استفاده از مقدار k برابر با ۰/۲۸۶ که در نظرسنجی نسخه ۴ مطالعه رووی و همکاران (Rowe *et al.*, 1996) پیشنهاد شده است، و با در نظر گرفتن ۲۰۰ هزار تومان به‌عنوان بالاترین سطح پیشنهاد و ۱۰ هزار تومان به‌عنوان پایین‌ترین سطح پیشنهاد، تعداد ۱۳ پیشنهاد در ۵ سطح اطمینان به شکلی که در جدول ۱ آمده است، ایجاد گردید.

عوامل مؤثر تمایل به پرداخت

در مطالعه حاضر، پس از برآورد میزان تمایل به پرداخت، عوامل مؤثر بر میزان تمایل به پرداخت مورد بررسی قرار خواهد گرفت. ازآنجاکه متغیر وابسته مورد مطالعه ماهیتاً حالت ترتیبی دارد و افراد گزینه " قطعا بله" را در آستانه‌های پولی که به‌صورت افزایشی مرتب‌شده‌اند، انتخاب می‌کنند، بنابراین برای تحلیل این رفتار مبتنی بر یک متغیر وابسته رتبه‌بندی شده، از الگوی لاجیت ترتیبی استفاده می‌شود که مبتنی بر یک متغیر پنهان پیوسته می‌باشند. این مدل به‌صورت رابطه (۴) مشخص می‌شود:

$$y_i^* = \hat{\beta} x_i + \varepsilon_i \quad (۴)$$

۱- این مبالغ در مطالعه حاضر با انجام پیش مطالعه در جامعه مورد نظر تعیین شدند.

جدول ۱– قالب مدل انتخاب گسسته چندبعدی

Table 1– Multiple-bounded discrete choice format

مقادیر پولی پیشنهادها **Monetary values of offers**	قطعا بله **Definitely yes**	احتمالا بله **Probably yes**	مطمئن نیستم **Not sure**	احتمالا نه **Probably no**	قطعا نه **Definitely no**
۱۰ هزارتومان 10 Thousand Tomans					
۱۳ هزارتومان 13 Thousand Tomans					
۱۷ هزارتومان 17 Thousand Tomans					
۲۱ هزارتومان 21 Thousand Tomans					
۲۷ هزارتومان 27 Thousand Tomans					
۳۵ هزارتومان 35 Thousand Tomans					
۴۵ هزارتومان 45 Thousand Tomans					
۵۸ هزارتومان 58 Thousand Tomans					
۷۵ هزارتومان 75 Thousand Tomans					
۹۵ هزارتومان 95 Thousand Tomans					
۱۲۰ هزارتومان 120 Thousand Tomans					
۱۵۵ هزارتومان 155 Thousand Tomans					
۲۰۰ هزارتومان 200 Thousand Tomans					

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

که y_i^* متغیر وابسته میزان تمایل پرداخت افراد با درجه اطمینان "قطعا بله"، $\hat{\beta}$ بردار پارامترهـای قابـل بـرآورد ، x_i بـردار متغیرهـای توضیحی غیر تصادفی مشاهده‌شده می‌باشد که ویژگی‌های اقتصـادی – اجتماعی فرد i ام نظیر سن، جنس، تحصیلات، تعداد اعضای خانوار و درآمد ماهانه را اندازه‌گیری کرده و ε_i به‌عنوان جزء خطا است.

اگر فرض شود y_i متغیر گسسته و قابل‌مشاهده که بیانگر سـطوح مختلف تمایل به پرداخت افـراد باشـد، ارتبـاط میـان متغیـر غیرقابـل مشـاهده y_i^* و متغیـر قابل‌مشـاهده، از الگـوی لاجیـت ترتیبـی y_i به‌صورت رابطه (۵) ذیل به‌دست می‌آید (Maddala, 1983):

$$\begin{aligned} &y_i = 1 \quad if \quad \mu_0 \le y_i^* \le \mu_1, \qquad i = 1, \dots, n \\ &y_i = 2 \quad if \quad \mu_1 \le y_i^* \le \mu_2, \qquad i = 1, \dots, n \\ &y_i = 3 \quad if \quad \mu_2 \le y_i^* \le \mu_3, \qquad i = 1, \dots, n \\ &\dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \\ &y_i = j \quad if \quad \mu_{j-1} \le y_i^* \le \infty, \qquad i = 1, \dots, n \end{aligned} \tag{۵}$$

که در آن n، اندازه نمونه مورد بررسی و μ ها آستانه‌هایی هسـتند که پاسخ‌های مشاهده‌شده‌ی گسسـته را تعریـف مـی‌کننـد و بایسـتی برآورد شوند. احتمال اینکه $y_i = j$ باشد، توسط رابطـه (۶) محاسـبه می‌شود :

$$\begin{aligned} pr(y_i = j) &= pr(y_i \ge \mu_{j-1}) \\ &= pr(\varepsilon_i \ge \mu_{j-1} - \beta'_{xi}) = F(\beta'_{xi} - \mu_{j-1}) \end{aligned} \tag{۶}$$

در بیان احتمال تجمعی الگوی لاجیت ترتیبی، احتمال اینکه فـرد iام سطح jام یـا پایین‌تر را به خود اختصـاص دهـد، بـرآورد می‌کنـد. نکته‌ی قابل‌توجه ایـن است که بر خلاف الگوی لایـت چندجملـه‌ای، گروه‌های پاسخ در الگوی لاجیت ترتیبـی بیانگر سـطوحی ترتیبگونـه میان خود می‌باشند که به‌صورت رابطه (۷) تصریح می‌شود:

$$\begin{aligned} log\left[\frac{\gamma_j(x_i)}{1-\gamma_j(x_i)}\right] &= \mu_j[\beta_1 x_{1i} \\ &+ \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki}] \end{aligned} \tag{۷}$$

$j = 1, ., J; i = 1, \dots, n$

که γ_j احتمال تجمعـی به‌صـورت= $\gamma_j(x_i) = \gamma(\mu_j - \beta'_{xi})$

$P(y_i \leq j)$ می‌باشد. β بردار ستونی پارامترها $(\beta_1, \beta_2, \dots \beta_k,)$ و x_i بردار ستونی متغیرهای توضیحی می باشد. لازم به ذکر است که μ_j تنها به احتمال طبقه‌ای پیش‌بینی وابسته است و به متغیرهای توضیحی بستگی ندارد. علاوه بر این، قسمت قطعی $\beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \cdots \beta_k x_{ki}$ بخش مستقل طبقه می‌باشد. این دو ویژگی متضمن ترتیبی بودن گروه‌های پاسخ بوده و نشان می‌دهند که نتایج، مجموعه‌ای از خطوط موازی می‌باشند.

آزمون رگرسیون‌های موازی، منطقی بودن فرضیه‌ی برابری پارامترها برای تمامی گروه‌ها را ارزیابی می‌کند. این آزمون، الگوی برآوردشده با یک مجموعه‌ی ضرایب برای تمامی گروه‌ها را با الگویی با مجموعه‌ای مجزا از ضرایب برای هر گروه مقایسه می‌کند. به‌عبارت‌دیگر، چنانچه فرضیه‌ی صفر این آزمون، که همان الگوی فعلی برآورد شده می‌باشد، مورد قبول واقع شود، نشانگر آن است که پارامترهای وضعیت برای همه‌ی گروه‌های پاسخ، یکسان هستند. به دلایل مختلفی همچون به‌کارگیری تابع ارتباط ناصحیح، استفاده از الگوی غلط و ترتیب غلط گروه‌های متغیر وابسته، ممکن است الگوی عمومی، ارتقای معنی‌داری در برازش نسبت به الگوی فعلی داشته باشد.

آماره‌ی χ^2 آزمون رگرسیون‌های موازی، از رابطه‌ی $\chi^2 = -2LogLikelihood_{Cm} - (-2LogLikelihood_{GM})$ محاسبه می‌شود؛ که Cm و Gm به‌ترتیب نشانگر الگوی فعلی و الگوی عمومی می‌باشند. چنانچه χ^2 محاسبه‌شده از طریق رابطه‌ی فوق از χ^2 جدول بیشتر باشد، نشان‌دهنده‌ی عدم قبول فرض صفر- برازش صحیح الگوی فعلی- می‌باشد.

پارامترهای برآورد شده از طریق روش برآورد حداکثر راست نمایی که احتمال طبقه‌بندی صحیح را حداکثر می‌کند، به‌دست می‌آیند.

$$L(y|\beta; \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_{j-1}) = \prod_{i=1}^{n} \prod_{j=0}^{J} \begin{bmatrix} \gamma(\mu_j - \beta'_{xi}) \\ -\gamma(\mu_{j-1} - \beta'_{xi}) \end{bmatrix}^{z_{ij}} \qquad (۸)$$

که Z_{ij} یک متغیر دوتایی است که زمانی که گروه مشاهده‌شده برای فرد i برابر j باشد، مساوی یک و در غیر این صورت صفر خواهد شد. در فرآیند حداکثرسازی از الگوریتم نیوتون- رافسون[1] استفاده می‌شود. در این الگو، مقدار R^2_{pseudo} که ارزشی بین صفر و یک دارد، تفسیر طبیعی و معمولی R^2 را ندارد و در تفسیر آن تنها می‌توان گفت که با افزایش قدرت برازش الگو مقدار آن افزایش می‌یابد (Greene, 2003).

در این الگو، تفسیر ضرایب به‌صورت مستقیم انجام نمی‌شود. زمانی که یک متغیر پیش‌بینی کننده افزایش می‌یابد، تغییر در احتمال، علاوه بر این‌که وابسته به ارزش پیش‌بینی کننده است، به سایر متغیرها نیز بستگی دارد. از آنجاکه این تغییر در احتمال، ثابت نیست، لذا تفسیر ضرایب به‌صورت مستقیم انجام نمی‌شود. بنابراین در اینجا تنها جهت تغییر احتمال (علامت ضریب) برای گروه‌های نهایی (ابتدایی و انتهایی) قابل‌مشاهده است (Liao, 1994). به‌عنوان‌مثال، علامت مثبت ضریب β_k به این معنی است که چنانچه ارزش متغیر پیش‌بینی کننده به‌اندازه Δx_k افزایش یابد، احتمال رخداد نخستین طبقه کاهش می‌یابد، در حالی‌که احتمال آخرین طبقه افزایش خواهد یافت. بنابراین در این حالت، جهت تغییر در طبقات میانی نامشخص می‌باشد.

اثر نهایی یک واحد تغییر در پیش‌بینی کننده‌ی x_k بر احتمال طبقه‌ی j ، به‌صورت رابطه (۹) محاسبه می‌شود (Liao, 1994):

$$\frac{\delta P(y_i = j|x_i)}{\delta x_k} = \begin{bmatrix} \frac{\delta\gamma(\mu_j - \beta'_{xi})}{\delta x_k} \\ -\frac{\delta\gamma(\mu_{j-1} - \beta'_{xi})}{\delta x_k} \end{bmatrix} = [\lambda(\mu_{j-1} - \beta'_{xi}) - \lambda(\mu_j - \beta'_{xi})]\beta_k \qquad (۹)$$

که $\lambda_j(x_i) = \delta\gamma_j(x_i) / \delta x_k$ ، $\mu_0 = -\infty$ و $\mu_j = +\infty$ می‌باشد.

با توجه به این‌که اثر نهایی به ارزش‌های کلیه متغیرهای توضیحی وابسته است، تصمیم‌گیری برای به‌کارگیری ارزش‌های متغیرها در برآورد، بسیار حائز اهمیت می‌باشد. معمولاً اثر نهایی در ارزش‌های میانگین متغیرها محاسبه می‌شود. با توجه به این‌که مجموع احتمالات، همواره برابر یک است، بنابراین مجموع اثرات نهایی برای هر متغیر برابر صفر خواهد بود.

پس از دسته‌بندی تمایل به پرداخت به‌صورت ترتیبی و تخمین پارامترهای مدل، برای محاسبه میانگین تمایل به پرداخت در مدل‌هایی که به‌صورت لاجیت و پروبیت ترتیبی هستند، می‌توان از روشی که تیان و همکاران (Tian *et al.*, 2011) پیشنهاد کردند، به‌صورت رابطه (۱۰) استفاده کرد.

$$WTP = \frac{\sum_{k=0}^{n}(A_k \times P_k)}{(\sum_{k=0}^{n} P_k)} \qquad (۱۰)$$

در رابطه فوق، WTP میانگین تمایل به پرداخت، A_k نشان‌دهنده تمایل به پرداخت انتخابی فرد k ام و P_k نشان‌دهنده احتمالات تخمین زده‌شده از مدل لاجیت ترتیبی است.

پژوهش حاضر با هدف کاربردی انجام‌شده و از روش پیمایشی برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده کرده است. جامعه آماری این تحقیق شامل ساکنان شهر مشهد است. بررسی اطلاعات ثبت‌شده در رابطه با جمعیت منطقه نشان می‌دهد که روش نمونه‌گیری تصادفی ساده و یا نمونه‌گیری طبقه‌ای به دلیل عدم وجود سیستم شماره‌گذاری و

1- Newton –Raphson

فهرست برداری برای همه افراد امکان‌پذیر نمی‌باشد. علاوه بر آن، انجام نمونه‌گیری‌های فوق پرهزینه و زمان‌بر می‌باشد (Levy & Lemeshow, 2008). بنابراین در پژوهش حاضر از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دو مرحله‌ای استفاده شد. این روش نمونه‌گیری برای مواقعی که منطقه‌ی مورد مطالعه محدوده‌ی جغرافیایی وسیعی را پوشش می‌دهد، بسیار استفاده می‌شود. برای محاسبه‌ی حجم نمونه در نمونه‌گیری خوشه‌ای دو مرحله‌ای بایستی میانگین حجم نمونه در هر خوشه و تعداد خوشه‌های مورد نیاز برای نمونه‌گیری را با در نظر گرفتن واریانس‌های درون خوشه و بین خوشه‌ها برای صفت مورد مشاهده که در مطالعه حاضر درآمد افراد می‌باشد، از طریق روابط آماری مربوطه بدست آورد؛ لازم به ذکر است که هر چند ممکن است واریانس‌های درون خوشه و بین خوشه‌ها برای صفت مورد مشاهده بر اساس اطلاعات گذشته موجود باشند اما در عمل مجهول هستند و برای محاسبه دقیقتر باید آن‌ها را توسط یک نمونه اولیه برآورد نمود. بنابراین در مطالعه حاضر در مرحله اول یک پیش مطالعه جهت تعیین واریانس‌های مد نظر انجام شد و پس از محاسبات مربوطه در مرحله بعد تعداد ۳۳ محله از تمامی مناطق شهر مشهد به‌عنوان خوشه به‌طور تصادفی انتخاب و سپس میانگین حجم نمونه در هر خوشه ۱۰ عدد تعیین شد. در نهایت حجم نمونه تحقیق حاضر با استفاده از این روش معادل ۳۳۰ تعیین شد که برای اطمینان بیشتر و ارزیابی دقیق‌تر، ۴۰۰ نمونه بصورت حضوری در سطح شهر مشهد تکمیل شدند و درنهایت از ۳۴۳ نمونه برای انجام پژوهش استفاده شد. متغیر وابسته در این تحقیق تمایل به پرداخت مردم برای بهبود کیفیت ذرات معلق $PM_{2.5}$ موجود در هوا که طبق جدول ۱ در ۱۳ دسته، طبقه‌بندی‌شده است می‌باشد. متغیرهای مستقل تحقیق نیز شامل اطلاعات اقتصادی – اجتماعی افراد نظیر میزان تحصیلات، سن، جنسیت، وضعیت تاهل، حضور کودک در خانواده، بعد خانوار، بیماری‌های مزمن مربوط به ریه (مانند آسم، بیماری مزمن انسدادی ریوی، سرطان ریه، برونشیت مزمن و ....) و درآمد افراد می‌باشد. شرح متغیرهای مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است.

مدل تجربی پژوهش حاضر به شکل رابطه (۱۱) می‌باشد:

$$y_i = \beta_1 edu_i + \beta_2 income_i + \beta_3 illness + \beta_4 size_i + \beta_5 age_i + \beta_6 sex_i + \beta_7 married_i + \beta_8 child_i \quad (۱۱)$$

که Y سطوح تمایل به پرداخت افراد، edu سطح تحصیلات، income درآمد، illness بیماری، size بعد خانوار، age سن افراد، sex جنسیت، married وضعیت تاهل و child بیانگر حضور کودک در خانواده می‌باشد. آمار و اطلاعات مربوط به تحقیق حاضر در سال ۱۴۰۱ جمع‌آوری گردید و برای تحلیل داده‌ها و تخمین مدل رگرسیون لاجیت رتبه‌ای از نرم‌افزارهای Microsoft Excel 2013 و Stata14 استفاده گردید.

نتایج

در مطالعه حاضر، از الگوی لاجیت ترتیبی به‌منظور برآورد تمایل به پرداخت و عوامل مؤثر بر آن برای بهبود کیفیت آلاینده $PM_{2.5}$ در شهر مشهد استفاده شده است. جدول ۳ نتایج توصیفی متغیرهای مورد مطالعه بر اساس اطلاعات جمع‌آوری‌شده از طریق پرسشنامه‌ها را نشان می‌دهد. بر اساس اطلاعات جدول مذکور، میانگین بعد خانوار ۳/۷۷ نفر با میانگین سنی ۳۹/۹۷ بوده که نشان می‌دهد افراد مورد مطالعه نسبتا بزرگ‌سال هستند. بر اساس اطلاعات جدول ۳ میزان تحصیلات افراد بیشتر در سطح دیپلم و لیسانس به‌ترتیب با فراوانی ۴۳/۴۴ و ۳۳/۸۲ درصد می‌باشد. ۷۵/۲۲ درصد افراد مطالعه متاهل و باقی افراد مجرد بودند که از این بین، ۴۱/۴ درصد افراد را مردان و ۵۸/۶ افراد مطالعه را زنان تشکیل دادند. افراد بیمار مطالعه ۱۱/۹۵ درصد نمونه را تشکیل دادند و حضور کودک در ۳۵/۲۸ درصد خانوارها مشاهده شد. نتایج فراوانی درآمد افراد نیز نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی برابر ۵۰/۷۳ و مربوط به افراد با درآمد بین ۴ تا ۸ میلیون و کمترین فراوانی درآمد با ۱/۴۶ درصد مربوط به افراد با درآمدی بالای ۲۰ میلیون می‌باشد. سایر اطلاعات آماری نیز در جدول ۳ ارائه‌شده است.

جدول ۴ نتایج توزیع فراوانی تمایل به پرداخت افراد برای بهبود کیفیت هوا (متغیر وابسته) را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که از میان ۱۳ پیشنهاد پولی موجود در جدول ۱ که قبلاً در روش تحقیق به آن اشاره شد، توزیع فراوانی تمایل به پرداخت با سطح اطمینان "قطعا بله" شامل ۴ پیشنهاد پولی می‌شود. این سطوح پیشنهادهای پولی شامل سطح کمتر از ۱۰ هزار تومان، بین ۴۵ الی ۵۸ هزارتومان، بین ۹۵ الی ۱۲۰ هزار تومان و بین ۱۵۵ الی ۲۰۰ هزار تومان بودند که به‌ترتیب تحت عنوان گروه‌های تمایل به پرداخت ۱ الی ۴ دسته‌بندی شدند. همان‌گونه که از نتایج جدول ۴ مشخص است حدود ۲۲/۴۵ درصد افراد به‌طور قطع تمایل به پرداخت کمتر از ۱۰ هزار تومان برای بهبود کیفیت هوا داشته‌اند. حدود ۶۰/۰۶ درصد افراد نیز تمایل به پرداختی بین ۴۵ الی ۵۸ هزار تومان داشته و این میزان برای افرادی که تمایل به پرداخت بین ۹۵ الی ۱۲۰ هزار تومان و افرادی که مبالغی بین ۱۵۵ الی ۲۰۰ هزار تومان را قطعا پرداخت می‌کنند به‌ترتیب برابر ۵/۸۳ و ۱۱/۶۶ درصد می‌باشد. این یافته نشان می‌دهد که حجم بسیاری از افراد برای تمایل به پرداخت در گروه ۲ (بین ۴۵ الی ۵۸ هزار تومان) قرار دارند.

جدول ۲- شرح متغیرهای موردمطالعه

Table 2– Describing study variables

متغیر وابسته Dependent variable	تعریف Definition
تمایل به پرداخت برای بهبود وضعیت هوا Willingness to pay for air quality improvement	تمایل به پرداخت با سطوح اطمینان "قطعا بله" طبقه‌بندی‌شده در سطوح مختلف از ۱ الی ۱۳ The Willingness to pay, classified under the certainty levels of "definitely yes," categorized across different levels from 1 to 13
متغیرهای مستقل Independent variables	**تعریف متغیر Definition**
تحصیلات Education	سطح طبقه‌بندی تحصیلات افراد(بی‌سواد=۰، سیکل=۱، دیپلم=۲، لیسانس=۳، فوق‌لیسانس و بالاتر= ۴) Classification of individuals' educational levels (Illiterate= 0, Primary school= 1, Diploma= 2, Bachelor's degree= 3, Master's degree and above = 4)
حضور کودک در خانواده Child's presence in the family	بله =۱، خیر=۰ Yes = 1, No = 0
وضعیت تاهل Marital status	بله =۱، خیر=۰ Yes = 1, No = 0
جنسیت Gender	مرد =۱، زن=۰ Male = 1, Female = 0
سن Age	تعداد سال Number of years
بعد خانوار Family size	تعداد افراد خانواده Number of family members
بیماری مزمن مربوط به ریه Chronic lung disease	بله =۱، خیر=۰ Yes = 1, No = 0
درآمد Income	سطح طبقه‌بندی‌شده درآمد ماهانه افراد(بدون درآمد=۰، کمتر از ۴ میلیون=۱، بین ۴ تا ۸ میلیون=۲، بین ۸ تا ۱۲ میلیون=۳، بین ۱۲ تا ۱۶میلیون= ۴، بین ۱۶ تا ۲۰ میلیون=۵ و بالاتر از ۲۰ میلیون=۶) Classification of individuals' monthly income (No income = 0, less than 4 Million = 1, between 4 and 8 Million = 2, between 8 and 12 Million = 3, between 12 and 16 Million = 4, between 16 and 20 Million = 5 and above 20 Million = 6)

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

نتایج آزمون برنت در جدول ۵ ارائه‌شده است. نتایج این جدول نشان می‌دهد که آماره کای-دو هم به‌طور کل و هم برای تک تک متغیرهای توضیحی معنی‌دار نیست. این نتیجه به معنای این است که فرضیه برابری ضرایب متغیرهای توضیحی برای همه گروه‌ها تائید می‌شود. به‌عبارت دیگر، ارزش‌های پارامترهای وضعیت برای تمامی گروه‌های متغیر وابسته ثابت و یکسان است. این نتیجه نشان می‌دهد که تخمین الگوی لاجیت ترتیبی به‌عنوان یک روش تحلیلی برای این داده‌ها از مبانی محکمی برخوردار بوده و می‌تواند به درک بهتر از رابطه متغیرهای توضیحی با متغیر وابسته کمک کند.

نتایج تخمین الگوی لاجیت ترتیبی در جدول ۶ گزارش شده است. در الگوهای با متغیر وابسته محدودشده، ضرایب برآوردی به‌طور مستقیم قابل تفسیر نیستند و علامت این ضرایب نشان‌دهندهٔ جهت اثرگذاری متغیرهای مستقل بر احتمال قرار گرفتن در سطوح مختلف متغیر وابسته است. آماره Pseudo R^2 نشان می‌دهد الگوی برآوردی از سطح مناسبی از نیکویی برازش برخوردار است. مقدار آماره کی دو محاسبه‌شده نیز نشان‌دهندهٔ معنی‌داری کل رگرسیون است. همانگونه که از نتایج جدول ۶ مشخص است، ضریب مثبت و معنی‌دار متغیر تحصیلات نشان می‌دهد که با افزایش تحصیلات، افراد با احتمال بیشتری در سطوح بالای تمایل به پرداخت برای بهبود کیفیت هوا قرار می‌گیرند. بـه اعتقـاد بکـر (Becker, 2009) ارتقای سطح تحصیلات می‌تواند بهبود موجودی سرمایه انسانی فرد را به دنبال داشته و افزایش سطح سرمایه انسانی می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی توانایی پرداخت شخصی فرد را افزایش دهد و بنابراین سال‌های تحصیل تأثیر مثبت قابل‌توجهی بر تمایل فرد به پرداخت دارد((Hu & Liao, 2023) این نتیجه با یافته‌های ژیانگ و همکاران (Jiang et al., 2023)، هو و لیائو (Hu & Liao, 2023)، ژو و همکاران (Zhou et al., 2023) و مائو و همکاران (Mao et al., 2020) همخوانی دارد.

جدول ۳- نتایج توصیفی متغیرهای مستقل موردمطالعه

Table 3- Descriptive results of independent variables

متغیرهای پیوسته Continuous variables	میانگین Average	انحراف معیار Standard deviation	حداقل Minimum	حداکثر Maximum
سن Age	39.97	14.71	18	80
بعد خانوار Family size	3.77	1.33	1	7

متغیرهای گسسته Discrete variables	دسته‌بندی Category	فراوانی نسبی Relative frequency
تحصیلات Education	بی‌سواد Illiterate	4.66
	سیکل Primary school	13.7
	دیپلم Diploma	43.44
	لیسانس Bachelor's degree	33.82
	فوق و بالاتر Master's degree and above	4.37
حضور کودک در خانواده Child's presence in the family	بله Yes	35.28
	خیر No	64.72
وضعیت تاهل Marital status	بله Yes	75.22
	خیر No	24.78
جنسیت Gender	مرد Male	41.4
	زن Female	58.6
بیماری Disease	بله Yes	11.95
	خیر No	88.05
درآمد Income	صفر No income	16.03
	کمتر از ۴ میلیون Less than 4 Million	8.45
	بین ۴ الی ۸ میلیون Between 4 and 8 Million	50.73
	بین ۸ الی ۱۲ میلیون Between 8 and 12 Million	15.45
	بین ۱۲ الی ۱۶ میلیون Between 12 and 16 Million	6.12
	بین ۱۶ الی ۲۰ میلیون Between 16 and 20 Million	1.75
	بالاتر از ۲۰ میلیون and above 20 Million	1.46

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ۴- نتایج توزیع فراوانی متغیر وابسته

Table 4- The results of frequency distribution of the dependent variable

سطوح تمایل به پرداخت افراد **People's Willingness to pay levels**	فراوانی **Frequency**	فراوانی نسبی **Relative frequency**	فراوانی تجمعی **Cumulative frequency**
گروه ۱ (کمتر از ۱۰ هزار تومان) Group 1 (Less than 10 Thousand Tomans)	77	22.45	22.45
گروه ۲ (بین ۴۵ الی ۵۸ هزارتومان) Group 2 (Between 45 and 58 Thousand Tomans)	206	60.06	82.51
گروه ۳ (بین ۹۵ الی ۱۲۰هزار تومان) Group 3 (Between 95 and 120 Thousand Tomans)	20	5.83	88.34
گروه ۴ (بین ۱۵۵ الی ۲۰۰ هزار تومان) Group 4 (Between 155 and 200 Thousand Tomans)	40	11.66	100
کل Total	343	100	

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ۵- نتایج آزمون برنت برای فرضیه رگرسیون موازی

Table 5- Results of brant test of parallel regression assumption

متغیرها **Variables**	آماره Chi^2 **Chi^2 statistic**	**P-Value**
تحصیلات Education	0.78	0.676
حضور کودک در خانواده Child's presence in the family	5.31	0.07
وضعیت تاهل Marital status	3.27	0.26
جنسیت Gender	0.71	0.7
سن Age	3.09	0.214
بعد خانوار Family size	0.07	0.967
بیماری Disease	2.59	0.224
درآمد Income	4.96	0.084
به‌صورت کلی	22.88	0.117

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ۶- نتایج حاصل از برآورد مدل لاجیت ترتیبی

Table 6- The results from estimation of ordered Logit model

متغیر وابسته: تمایل به پرداخت Dependent variable: Willingness to pay	ضریب Coefficient	انحراف استاندارد The standard deviation	آماره Z Z statistic	P-Value
متغیرهای مستقل				
تحصیلات Education	0.525	0.153	3.44	0.001
حضور کودک در خانواده Child's presence in the family	0.082	0.263	0.31	0.755
وضعیت تاهل Marital status	0.063	0.354	0.18	0.858
جنسیت Gender	-0.088	0.253	-0.35	0.727
سن Age	0.024	0.0106	2.33	0.020
بعد خانوار Family size	-0.194	0.098	-1.98	0.047
بیماری Disease	0.989	0.38	2.6	0.009
درآمد Income	1.02	0.118	3.66	0.009

Log Likelihood=150.87
Prob > Chi2 = 0.0000
Pseudo R2 = 0.2079

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

متغیر سن در سطح ۵ درصد به‌طور مثبت و معنی‌دار بر تمایل به پرداخت افراد و احتمال قرارگیری آن در سطوح بالاتر اثرگذار است. این نتیجه می‌تواند ناشی از این امر باشد که جوانان به میزان کمتری نسبت به افراد مسن تحت تأثیر اثرات مخرب آلودگی هوا قرار می‌گیرند و همچنین هزینه‌های اضافی مراقبت‌های سلامت کمتری دارند. نتایج مطالعات عادلی و همکاران (Adeli et al., 2021)، مطالعات سجادیان و همکاران (Sajadyan et al., 2020)، و هو و لیائو (Hu & Liao, 2023) نیز این یافته را تائید می‌کنند.

بعد خانوار نیز اثری منفی و معنی‌دار بر تمایل به پرداخت افراد برای بهبود کیفیت هوا داشته و هرچه تعداد افراد بیشتر باشد، احتمال پاسخگویی مثبت به گزینه‌های بالاتر تمایل به پرداخت کمتر می‌شود. ممکن است این نتیجه نشان‌دهنده محدودیت‌های بودجه بوده که با افزایش تعداد افراد، هزینه‌های خانوار نیز افزایش می‌یابد و در نتیجه، تمایل کمتری به پرداخت مبالغ بالاتر در افراد ایجاد شود. در مطالعات سجادیان و همکاران (Sajadyan et al., 2020)، اسکندری دامنه و همکاران (Eskandari et al., 2019) و تان-سو و همکاران (Tan-Soo et al., 2022) نیز این رابطه منفی برقرار است.

ضریب مثبت و معنی‌دار بیماری تنفسی نیز نشان می‌دهد که میان تمایل به پرداخت افراد بیمار و سالم تفاوت معنی‌دار وجود داشته و افراد دارای بیماری تنفسی به احتمال بیشتری گزینه "قطعا بله" را در سطوح بالای مبالغ تمایل به پرداخت برای بهبود کیفیت هوا انتخاب می‌کنند. از آنجایی که تأثیر مخرب آلاینده‌های هوا بر سیستم تنفسی به‌طور مداوم در سال‌های اخیر گزارش‌شده است که آلودگی هوا یکی از عوامل اصلی ایجاد و تشدیدکننده بسیاری از بیماری‌های تنفسی است که این نتیجه دور از انتظار نبود (Liu et al., 2023). مطالعات عابدیان و همکاران (Abedian et al., 2021)، عادلی و همکاران (Adeli et al., 2021)، لیو و همکاران (Liu et al., 2023) و مالیک و همکاران (Malik et al., 2022) نیز این نتیجه را تائید کردند.

تأثیر مثبت و معنی‌دار متغیر درآمد نیز نشان‌دهنده این است که افراد با درآمد ماهانه بالاتر با احتمال بیشتری در گروه‌های بالاتر تمایل به پرداخت قرار می‌گیرند. طبیعی است که افزایش درآمد فرد معمولاً توانایی او در پرداخت نیازها و تعهدات خود را افزایش می‌دهد و این نتیجه نشان می‌دهد که افراد با درآمد بالاتر پول بیشتری را برای بهبود کیفیت هوای اطراف خود در ازای زندگی بهتر اختصاص خواهند داد. این نتیجه با نتایج مطالعات عادلی و همکاران (Adeli et al., 2021)، عابدیان و همکاران (Abedian et al., 2021)، سجادیان و همکاران (Sajadyan et al., 2020)، اسکندری دامنه و همکاران (Eskandari et al., 2019)، ژیانگ و همکاران (Jiang et al., 2023)، ژو و همکاران (Zhou et al., 2023) و هو و لیائو (Hu

& Liao, 2023) همخوانی دارد.

از یافته‌های قابل‌توجه مطالعه حاضر، میزان تمایل به پرداخت برآوردشده برای بهبود کیفیت هوا می‌باشد. پس از برآورد الگوی لاجیت ترتیبی و پارامترهای تخمینی، با استفاده از معادله (۱۰) که در قسمت قبل شرح داده شد، میانگین تمایل به پرداخت مردم مشهد برای بهبود کیفیت آلاینده $PM_{2.5}$ به میزان ۵۵۴۸۸ تومان برآورد شد. این مبلغ در مقایسه با سایر مطالعات مشابه داخل کشور متفاوت بوده و بسیار بالاتر است. به عنوان مثال، این مبلغ در برخی از تازه‌ترین مطالعات داخل کشور نظیر سجادیان و همکاران (Sajadyan *et al.*, 2020) برابر ۱۹۰۹۶ تومان، عادلی و همکاران (Adeli *et al.*, 2021) به میزان ۱۲۸۳۸ تومان، عابدیان و همکاران (Abedian *et al.*, 2021) مبلغ ۶۱۴۵ تومان و در مطالعه اسکندری دامنه و همکاران (Eskandari *et al.*, 2019) مبلغ ۲۴۸۵ تومان برآورد شده است. به اعتقاد نویسندگان، احتمالاً یکی از دلایل اصلی این تفاوت در مبلغ برآوردی در استفاده از روش انتخاب گسسته چندبعدی می‌باشد. چرا که در این روش، محققان با ارائه گزینه‌های متنوع‌تر و مختلف برای پاسخ‌دهی به مسئله در مقایسه با روش‌های مرسوم مانند انتخاب دوگانه که در اکثر مطالعات استفاده‌شده و تعداد گزینه‌های محدودتری دارد و ممکن است به‌عنوان زمینه‌ای برای ایجاد انتخاب‌های نادرست مورد استفاده قرار گیرد؛ می‌توانند تمایلات و اولویت‌های افراد را به طور مؤثرتری بسنجند چرا که روش انتخاب گسسته چندگانه به افراد جامعه امکان مطالعه و بررسی گزینه‌های مختلف را می‌دهد. علاوه بر این از مشکلات موجود درروش انتها باز که در آن افراد با یک سؤال انتها باز که پاسخ دادن به آن برای آن‌ها دشوار است و ممکن است موجب اریب در تخمین‌های برآوردی شود؛ اجتناب می‌کنند. چرا که به گفته لی و متسون (Li & Mattsson, 1995) و وانگ (Wang, 1997)، استفاده از گزینه‌های پاسخ چندگانه با مطالعات ارزش‌گذاری مشروط که در آن پاسخ‌دهندگان به‌جای برآورد یک تخمین واحد، با توزیعی از مقادیر احتمالی روبرو هستند، مطابقت بیشتری دارد. همچنین در روش مورد بحث برخلاف مطالعات مرسوم، افراد برای پاسخ به مقادیر مختلف تمایل به پرداخت از "بله و خیر" ساده خودداری کرده و به جای آن، از گزینه‌های مختلفی با سطوح اطمینان متفاوت، از "قطعا نه" تا "قطعا بله" استفاده می‌کنند. درنتیجه این روش، با دقت بیشتری نسبت به سایر روش‌های معمولی، به تمایلات افراد در پرداخت به مقادیر مورد نظر پاسخ می‌دهد؛ و به نظر می رسد یکی از دلایل تفاوت مبلغ تمایل به پرداخت در مطالعه حاضر، استفاده از روش انتخاب گسسته چندگانه است. در نهایت به‌دلیل مزایایی که این روش ارائه می‌دهد، استفاده از آن در کنار روش‌های دیگر می‌تواند گزینه‌ی مناسبی برای مطالعات تحقیقاتی با توجه به ترجیحات و نیازهای افراد باشد.

در ادامه، نتایج اثرات نهایی متغیرها ارائه‌شده است. با توجه به اینکه مقادیر ضرایب در جدول ۶ به‌صورت مستقیم امکان تفسیر ندارند، اثرات نهایی متغیرها بر تمایل به پرداخت افراد برای گروه‌های مختلف ۱ الی ۴ محاسبه‌شده و در جدول ۷ گزارش‌شده است.

جدول ۷- اثرات نهایی حاصل از برآورد الگوی لاجیت ترتیبی

Table 7- Marginal Effects Obtained From Estimating The Ordered Logistic Regression Model

متغیرها Variables	گروه اول First group	گروه دوم Second group	گروه سوم Third group	گروه چهارم Fourth group
تحصیلات Education	-0.065***	0.0152	0.022***	0.027***
حضور کودک در خانواده Child's presence in the family	-0.01	0.002	0.003	0.004
وضعیت تاهل Marital status	-0.007	0.002	0.002	0.003
جنسیت Gender	0.011	-0.002	-0.003	-0.004
سن Age	-0.003**	0.0007*	0.001**	0.0013**
بعد خانوار Family size	0.024**	-0.005	-0.008*	-0.01*
بیماری Disease	-0.093***	-0.031	0.051**	0.073**
درآمد Income	-0.126***	0.029**	0.043***	0.053***

*، ** و *** به‌ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهند

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

همان‌طور که از نتایج جدول ۷ مشخص است، اثر نهایی برای متغیر تحصیلات در گروه اول منفی بوده و بدین معناست که با افزایش یک واحدی تحصیلات از میانگین خود و با ثابت بودن سایر شرایط، احتمال قرار گرفتن افراد برای تمایل به پرداخت در گروه اول به میزان ۰/۰۶۵ واحد کاهش می‌یابد و این در حالی است که این احتمال در گروه‌های دوم، سوم و چهارم به‌ترتیب به میزان ۰/۰۱۵۲، ۰/۰۲۲ و ۰/۰۲۷ واحد افزایش می‌یابد. اثر نهایی متغیر سن نیز نشان می‌دهد که با افزایش یک واحد به سن افراد، احتمال قرارگیری آن‌ها در گروه یک تمایل به پرداخت به‌اندازه ۰/۰۰۳- کاهش و در گروه‌های دوم، سوم و چهارم به‌اندازه‌ی ۰/۰۰۰۷، ۰/۰۰۱ و ۰/۰۰۱۳ واحد افزایش می‌یابد. این در حالی است که متغیر بعد خانوار روندی بالعکس داشته و با افزایش یک واحد بعد خانوار، احتمال تمایل به پرداخت در گروه‌های دوم، سوم و چهارم کاهش‌یافته و این احتمال در گروه یک افزایش پیدا می‌کند. با مشاهده‌ی اثرات نهایی متغیر بیماری مشخص شد که افراد بیمار نسبت به افراد غیربیمار تمایل به پرداخت بیشتری برای بهبود کیفیت هوا داشته و چنانچه فرد بیمار باشد، احتمال تمایل به پرداخت در گروه‌های یک و دو به‌ترتیب به‌اندازه‌ی ۰/۰۹۳- و ۰/۰۳۱- کاهش، و میزان افزایش احتمال تمایل به پرداخت در گروه‌های سوم و چهارم به‌اندازه ۰/۰۵۱ و ۰/۰۷۳ افزایش پیدا می‌کند. در نهایت، بررسی اثر نهایی متغیر درآمد نشان داد که با افزایش یک واحدی این متغیر، میزان تمایل به پرداخت در گروه اول به‌اندازه‌ی ۰/۱۲۶- کاهش و این احتمال در گروه‌های بعدی به‌ترتیب به میزان ۰/۰۲۹، ۰/۰۴۳ و ۰/۰۵۳ واحد زیادتر می‌شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

از مهم‌ترین مسائل و چالش‌های پیشرو در جهان امروز، آلودگی هوا و به‌خصوص آلاینده $PM_{2.5}$ می‌باشد. بنابراین مطالعه حاضر به‌دنبال اندازه‌گیری تمایل به پرداخت ساکنین شهر مشهد برای بهبود آلاینده $PM_{2.5}$ و عوامل مؤثر بر این تمایل به پرداخت است. برای رسیدن به این هدف، از مدل انتخاب گسسته چندبعدی و الگوی اقتصادسنجی لاجیت ترتیبی استفاده شد. یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که ۲۲/۴۵ درصد افراد حاضرند تا ۱۰ هزار تومان، ۶۰/۰۶ درصد افراد تا ۴۵ هزار تومان، ۵/۸۳ درصد افراد تا ۹۵ هزار تومان و ۱۱/۶۶ درصد تا ۱۵۵ هزار تومان با سطح اطمینان "قطعا بله" مبالغی را برای بهبود کیفیت هوا پرداخت کنند. بر این اساس، میانگین تمایل به پرداخت مردم مشهد برای بهبود کیفیت هوا به میزان ۵۵۴۸۸ تومان برآورد شد. نتایج این مطالعه می تواند به سیاستگزاران اطلاعاتی ارائه دهد که به تصویب قوانین و مقررات جدید برای کاهش آلودگی هوا و بهبود کیفیت آن کمک کند. با توجه به اینکه شهرداری به واسطه عوارض زیست‌محیطی بودجه خدمات عمومی خود را تأمین می‌کند، نتایج این پژوهش می‌تواند شهرداری مشهد را نسبت به میزان درآمد احتمالی از عوارض زیست‌محیطی ناشی از آلودگی هوا که شهروندان مایل به پرداخت آن برای بهبود کیفیت هوا هستند، آگاه سازد. دانستن این میزان می‌تواند نقش مؤثری در برنامه‌ریزی‌های شهرداری برای تأمین بودجه پروژه‌های کاهش آلودگی هوا ایفا کند و پیشنهاد می‌شود شهرداری این عوارض زیست‌محیطی را به‌صورت ماهانه از طریق قبوض آب و برق جمع‌آوری کرده و از این منابع به‌صورت اختصاصی برای پروژه‌های کاهش آلودگی هوا بهره‌برداری کند. این پروژه ها می‌توانند شامل ایجاد فضاهای سبز شهری و تأسیسات صنعتی پاک، برنامه‌های مدیریت ترافیک هوشمند شامل چراغ‌های راهنمایی و رانندگی هوشمند و سیستم‌های نظارتی در جهت کاهش ترافیک، پشتیبانی از تحقیقات و نوآوری در فناوری‌های پاک، توسعه و بهبود زیرساخت‌های پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری و به‌طور کلی سیاست‌ها و برنامه‌هایی که می‌توانند تأثیرات مثبتی بر بهبود کیفیت هوا و ارتقاء زندگی شهروندان داشته باشند؛ باشد. همچنین نتایج الگوی لاجیت ترتیبی نشان داد که متغیرهایی همچون تحصیلات، سن افراد، داشتن بیماری تنفسی و درآمد بر تمایل به پرداخت افراد اثری مثبت و معنی‌دار و متغیر بعد خانوار اثر منفی و معنی‌داری بر تمایل به پرداخت داشته است. با توجه به نتایج این پژوهش، پیشنهاد می‌شود که دولت و شهرداری به‌منظور کاهش آلودگی هوا با در نظر گرفتن ارزش محاسبه‌شده برای آلودگی هوا و میزان نقش بخش‌های مختلف در آلودهسازی هوا، از هر بخش آلوده‌کننده مالیات و عوارض دریافت کنند. ایجاد برنامه‌های آموزشی مناسب برای افراد با سطوح تحصیلات مختلف و اجرای کمپین‌های تبلیغاتی و آموزشی برای افراد با تحصیلات پایین‌تر، می‌تواند تمایل افراد به پرداخت برای کاهش آلودگی را افزایش دهد. استفاده از فناوری و رسانه‌های اجتماعی برای افزایش آگاهی جوانان در مورد مسائل محیطزیستی و تأثیرات آلودگی، به‌ویژه با در نظر گرفتن رابطه مثبت بین سن و تمایل به پرداخت برای کاهش آلودگی، اهمیت دارد. اجرای سیاست‌هایی که جوانان را به مشارکت در فعالیت‌های کاهش آلودگی تشویق می‌کند، می‌تواند بهبود موقعیت آلودگی محیطی را ایجاد کند.علاوه بر این، با توجه به اینکه افراد مبتلا به بیماری تنفسی حاضرند مبالغ بیشتری برای بهبود کیفیت هوا بپردازند و آلودگی هوا اثرات مخربی روی این دسته افراد دارد، پیشنهاد می‌شود با ایجاد سیاست‌ها و برنامه‌های حمایتی برای بیماران تنفسی، ازجمله فراهم نمودن امکانات درمانی و دسترسی به داروهای مورد نیاز و ایجاد برنامه‌های تسهیلاتی برای بیماران به این دسته از افراد کمک کرد. درنهایت و با توجه به اینکه هرچه درآمد افراد کمتر باشد تمایل به پرداخت آن‌ها برای بهبود کیفیت هوا کمتر است پیشنهاد می‌شود توسعه و گسترش هرچه بیشترسیستم‌های حمل‌ونقل عمومی کارآمد و اقتصادی همانند افزایش اتوبوس‌های

سریع‌السیر، توسعه، بهبود و افزایش خطوط مترو شهری با تخفیف‌های ویژه برای افراد با درآمد کم از طریق ارائه یارانه‌های حمل‌ونقل عمومی برای این دسته از افراد و ایجاد برنامه‌ها و تسهیلات مالی برای افزایش دسترسی این افراد به موارد کمتر آلوده‌کننده، به طور مثال ارائه وام‌های کم‌بهره برای نوسازی ساختمان‌ها و به‌روزرسانی سیستم‌های گرمایش و سرمایش خانگی برای کاهش نیاز به مصرف انرژی و در نتیجه کاهش آلودگی هوا کمک کرد. در پایان با توجه به اینکه این مطالعه در یک دوره زمانی انجام شده است، باید با نظارت مستمر بر نتایج و به اشتراک‌گذاری دستاوردها، شرایط تداوم و اعمال تغییرات لازم را برای سال‌های آینده فراهم آورد.

References

1. Abedian, S., Mirsanjari, M.M., & Salmanmahiny, A. (2021). Estimation of citizens' willingness to pay District 5 of Tehran to improve air quality using a conditional valuation method. *The Journal of Economic Policy*, *12*(24), 1–40. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22034/epj.2021.13244.2048
2. Adeli, O.A., Arabi, H., & Rahimi Kahkashi, S. (2021). Assessment attitudes and factors affecting the willingness of Mohajeran citizens to pay to improvement of air quality. *Journal of Natural Environment*, *73*(4), 715–728. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22059/jne.2021.309450.2068
3. Arceo, E., Hanna, R., & Oliva, P. (2016). Does the effect of pollution on infant mortality differ between developing and developed countries? Evidence from Mexico City. *The Economic Journal*, *126*(591), 257–280. https://doi.org/10.1111/ecoj.12273
4. Baik, S., Davis, A.L., & Morgan, M.G. (2018). Assessing the cost of large-scale power outages to residential customers. *Risk Analysis*, *38*(2), 283–296. https://doi.org/10.1111/risa.12842
5. Becker, G.S. (2009). *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special*.
6. Bharadwaj, P., Gibson, M., Zivin, J.G., & Neilson, C. (2017). Gray matters: Fetal pollution exposure and human capital formation. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, *4*(2), 505–542. https://doi.org/10.1086/691591
7. Cameron, T.A., & Huppert, D.D. (1989). OLS versus ML estimation of non-market resource values with payment card interval data. *Journal of Environmental Economics and Management*, *17*(3), 230–246. https://doi.org/10.1016/0095-0696(89)90018-1
8. Cooper, B., Burton, M., & Crase, L. (2011). Urban water restrictions: Attitudes and avoidance. *Water Resources Research*, *47*(12), 12527. https://doi.org/10.1029/2010WR010226
9. Cooper, B., Burton, M., & Crase, L. (2019). Willingness to pay to avoid water restrictions in Australia under a changing climate. *Environmental and Resource Economics*, *72*(3), 823–847. https://link.springer.com/article/10.1007/s10640-018-0228-x
10. Eftec (Economics for the Environment Consultancy). (2006). *In association with Environmental Futures Limited Valuing Our Natural Environment Final Report NR0103 For Department for Environment, Food and Rural Affairs*. https://iwlearn.net/resolveuid/31143e1709af2d73752e773c6af552d9
11. Eskandari, H., Noroozi, H., Naybandi Atashi, M. Rasool, Kalhori, S., & Rafiee, H. (2019). Estimating the Willingness to pay for air quality improvement with emphasis on agriculture and natural resources in Ahvaz County. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, *50*(3), 451–465. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22059/ijaedr.2018.252648.668567
12. Greene, W.H. (2003). *Econometric analysis*. Pearson Education India, Delhi. References - Scientific Research Publishing.
13. Hanemann, M.J.L.-A. (1991). Statistical efficiency of double-bounded dichotomous choice contingent valuation. *Wiley Online LibraryM Hanemann, J Loomis, B KanninenAmerican Journal of Agricultural Economics, 1991*•Wiley Online Library, *73*(4), 1255–1263. https://doi.org/10.2307/1242453
14. Hanley, N., Shogren, J.F., & White, B. (1997). Environmental economics in theory and practice. *Environmental Economics in Theory and Practice*. https://doi.org/10.1007/978-1-349-24851-3
15. Hanna, R., Oliva, P., Thank, W., Hill, J., Kimble, K., Bustos, S., Abadie, A., Card, D., Davis, L., Dellavigna, S., Glaeser, E., Greenstone, M., Khwaja, A., Kuhn, P., Lundberg, S., Mullainathan, S., Neidell, M., Olken, B., Pande, R., & School, H. K. (2011). The effect of pollution on labor supply: Evidence from a natural experiment in Mexico City. *Elsevier*. https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2014.10.004
16. Hassanvand, M.S., Naddafi, K., Faridi, S., Arhami, M., Nabizadeh, R., Sowlat, M.H., Pourpak, Z., Rastkari, N., Momeniha, F., Kashani, H., Gholampour, A., Nazmara, S., Alimohammadi, M., Goudarzi,

G., & Yunesian, M. (2014). Indoor/outdoor relationships of PM10, PM2.5, and PM1 mass concentrations and their water-soluble ions in a retirement home and a school dormitory. *Atmospheric Environment*, *82*, 375–382. https://doi.org/10.1016/J.ATMOSENV.2013.10.048
17. Health Effects Institute. (2020). *Annual Report 2020 | Health Effects Institute*. https://www.healtheffects.org/annual-report-2020
18. Hu, L., & Liao, W. (2023). Is there a stronger willingness to pay for air quality improvement with high education: new evidence from a survey in China. *Environmental Science and Pollution Research*, *30*(11), 28990–29014. https://doi.org/10.1007/S11356-022-24108-Z
19. Jackson, J.M. (1960). Structural characteristics of norms. *Teachers College Record*, *61*(10), 136-163. https://doi.org/10.1177/016146816006101007
20. Jiang, N., Ao, C., Xu, L., Wei, Y., & Long, Y. (2023). Will information interventions affect public preferences and willingness to pay for air quality improvement? An empirical study based on deliberative choice experiment. *Science of The Total Environment*, *868*, 161436. https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2023.161436
21. Lee, J.F.J., Springborn, M., Handy, S.L., Quinn, J.F., & Shilling, F.M. (2010). Approach for economic valuation of environmental conditions and impacts. Prepared for Caltrans'. *Final Valuation Report UCD*, 123.
22. Levy, P.S., & Lemeshow, S. (2008). *Sampling of populations : methods and applications*. 576. https://books.google.com/books/about/Sampling_of_Populations.html?id=XU9ZmLe5k1IC
23. Li, C.Z., & Mattsson, L. (1995). Discrete choice under preference uncertainty: An improved structural model for contingent valuation. *Journal of Environmental Economics and Management*, *28*(2), 256–269. https://doi.org/10.1006/JEEM.1995.1017
24. Liao, T.F. (1994). *Interpreting probability models: Logit, probit, and other generalized linear models*. Quantitative Application in the Social Science/Sage Publication.
25. Liu, X., He, J., Xiong, K., Liu, S., & He, B.J. (2023). Identification of factors affecting public willingness to pay for heat mitigation and adaptation: Evidence from Guangzhou, China. *Urban Climate*, *48*, 101405. https://doi.org/10.1016/J.UCLIM.2022.101405
26. Maddala, G.S. (1983). *Limited-dependent and qualitative variables in econometrics* (Issue 3). Cambridge university press.
27. Malik, S., Arshad, M.Z., Amjad, Z., & Bokhari, A. (2022). An empirical estimation of determining factors influencing public willingness to pay for better air quality. *Journal of Cleaner Production*, *372*, 133574. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.133574
28. Mao, B., Ao, C., Wang, J., Sun, B., & Xu, L. (2020). Does regret matter in public choices for air quality improvement policies? A comparison of regret-based and utility-based discrete choice modelling. *Journal of Cleaner Production*, *254*, 120052. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.120052
29. Mashhad Environmental Pollutants Monitoring Center. (2021). *A comprehensive report of the monitoring network of urban environmental pollutants in Mashhad*. https://epmc.mashhad.ir/s/mfahvXC
30. Mitchell, R.C., & Carson, R.T. (2013). *Using surveys to value public goods: the contingent valuation method*. Rff press.
31. Montazer-Hojat, A.H., Anvari, E., & Bashi, M. (2018). Economic valuation of tourist attractions of Shushtar's ancient waterfalls. *Tourism Management Studies*, *13*(42), 21–39. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22054/tms.2018.9013
32. Portney, P.R. (1994). The contingent valuation debate: Why economists should care. *Journal of Economic Perspectives*, *8*(4), 3–17. https://doi.org/10.1257/JEP.8.4.3
33. Rowe, R.D., Schulze, W.D., & Breffle, W.S. (1996). A test for payment card biases. *Journal of Environmental Economics and Management*, *31*(2), 178–185. https://doi.org/10.1006/JEEM.1996.0039
34. Sajadyan, S.M., Neshat, A., & Fatahi Ardakani, A. (2020). Economic study of possiblity of improvement of air quality in Arak metropolis. *Agricultural Economics Research*, *12*(46), 19–34. (In Persian with English abstract). https://jae.marvdasht.iau.ir/article_4131.html
35. Sharzehi, G., & Jalili Kamjoo, S. P. (2013). Choice modeling:a new approach to valuation of environmental commodity; case study: Ganjnameh, Hamadan. *Mdrsjrns*, *13*(3), 1–18. (In Persian). http://ecor.modares.ac.ir/article-18-3344-en.html
36. Shelby, B. (1981). Encounter norms in backcountry settings: Studies of three rivers. *Journal of Leisure Research*, *13*(2), 129–138. https://doi.org/10.1080/00222216.1981.11969475

37. Suk, S. (2018). An Estimate of internal carbon pricing of Korean companies under the emission trading scheme. *Korean Environmental Economics Association*. https://www.iges.or.jp/en/pub/estimate-internal-carbon-pricing-korean-0/en
38. Tan-Soo, J.S., Finkelstein, E., Pattanayak, S., Qin, P., Zhang, X., & Jeuland, M. (2022). Air quality valuation using online surveys in three Asian megacities. *Resources, Environment and Sustainability*, *10*, 100090. https://doi.org/10.1016/J.RESENV.2022.100090
39. Tan-Soo, J.S., & Pattanayak, S.K. (2019). Seeking natural capital projects: Forest fires, haze, and early-life exposure in Indonesia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *116*(12), 5239–5245. https://doi.org/10.1073/pnas.1802876116
40. Tian, X., Yu, X., Holst, R., Tian, X., & Yu, X. (2011). *Applying the payment card approach to estimate the WTP for green food in China*. https://www.econstor.eu/handle/10419/50786
41. Venkatachalam, L. (2004). The contingent valuation method: a review. *Environmental Impact Assessment Review*, *24*(1), 89–124. https://doi.org/10.1016/S0195-9255%2803%2900138-0
42. Vossler, C.A., Poe, G.L., Welsh, P., & Ethier, R.G. (2004). Bid design effects in multiple bounded discrete choice contingent valuation. *Environmental and Resource Economics*, *29*(4), 401–418. https://doi.org/10.1007/s10640-004-9457-2
43. Wang, H. (1997). Treatment of "Don't-Know" responses in contingent valuation surveys: A random valuation model. *Journal of Environmental Economics and Management*, *32*(2), 219–232. https://doi.org/10.1006/JEEM.1996.0965
44. Wang, H., He, J., & Huang, D. (2018). Valuation biases caused by public distrust: Identification and calibration with contingent valuation studies of two air quality improvement programs in China. *Cahier de recherche/Working Paper*, *18*, 05. https://ideas.repec.org/p/shr/wpaper/18-05.html
45. Wang, W., & Ye, X. (2020). The potential supply and demand of farmers' land contract rights-based on 697 households in four provinces of China. *Land*, *9*(3), 80. https://doi.org/10.3390/LAND9030080
46. Welsh, M.P., & Bishop, R.C. (1993). Multiple bounded discrete choice models. *Benefits & costs transfer in natural resource planning, Western Regional Research Publication,* W-133, Sixth Interim Report, Department of Agricultural and Applied Economics, University of Georgia, 331-352.
47. Welsh, M.P., & Poe, G.L. (1998). Elicitation effects in contingent valuation: comparisons to a multiple bounded discrete choice approach. *Journal of Environmental Economics and Management*, *36*(2), 170–185. https://doi.org/10.1006/JEEM.1998.1043
48. WHO. (2018). *9 out of 10 people worldwide breathe polluted air, but more countries are taking action*. https://www.who.int/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action
49. Zhao, Y., Wang, C., Sun, Y., & Liu, X. (2018). Factors influencing companies' willingness to pay for carbon emissions: Emission trading schemes in China. *Energy Economics*, *75*, 357–367. https://doi.org/10.1016/J.ENECO.2018.09.001
50. Zhou, R., Fukuda, H., Li, Y., & Wang, Y. (2023). Comparison of Willingness to pay for quality air and renewable energy considering urban living experience. *Energies, 16*(2), 992. https://doi.org/10.3390/EN16020992
51. Zvobgo, L. (2021). Consumer ability and willingness to pay more for continuous municipal water supply in Chitungwiza. *Sustainable Water Resources Management*, *7*(2), 1–15. https://doi.org/10.1007/S40899-021-00498-9